

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-028043

(43)Date of publication of application : 29.01.2003

(51)Int.Cl.

F03D 1/04

F03D 1/02

F03D 11/04

(21)Application number : 2001-214115

(71)Applicant : FUJIN CORPORATION:KK

(22)Date of filing : 13.07.2001

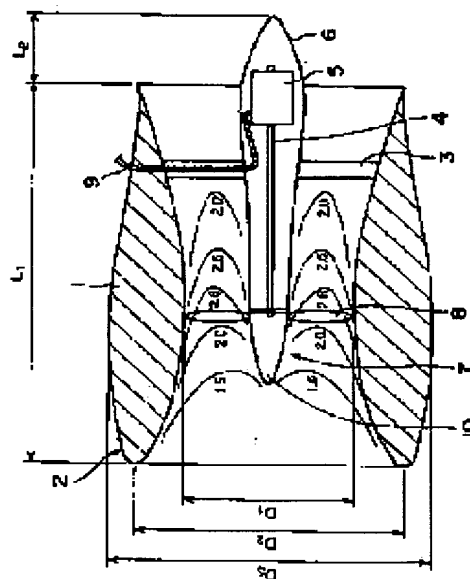
(72)Inventor : SUGIYAMA YUICHI
KUWABARA KUNIO
BABA YOSHIMI

(54) WIND POWER GENERATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wind power generator of high power generation efficiency.

SOLUTION: The wind power generator includes a cylindrical duct with a cross section of a wall body streamlined from a front end part to a rear end part, a cylindrical container fixed by a support standing from a surface of an inner wall of the duct, extending along a center axis of the duct, for housing a rotating shaft and a power generator, and an impeller connecting to a front end part of the rotating shaft, and is characterized in that the length of the duct in a center axis direction is within a range of 1.3-3.0 times of an opening diameter of the front end part of the duct.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-28043

(P2003-28043A)

(43) 公開日 平成15年1月29日 (2003.1.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターム* (参考)
F 0 3 D	1/04	F 0 3 D	B 3 H 0 7 8
	1/02		
	11/04	11/04	A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-214115(P2001-214115)

(22) 出願日 平成13年7月13日 (2001.7.13)

(71) 出願人 501280781

株式会社風神コーポレーション

東京都新宿区四谷2丁目14番4号

(72) 発明者 杉山 雄一

神奈川県足柄上郡山北町向原5058

(72) 発明者 桑原 邦郎

東京都目黒区原町1丁目22番3号

(72) 発明者 馬場 芳美

東京都港区東麻布3丁目6番5号

(74) 代理人 100074675

弁理士 柳川 泰男

Fターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB11 BB20 CC02

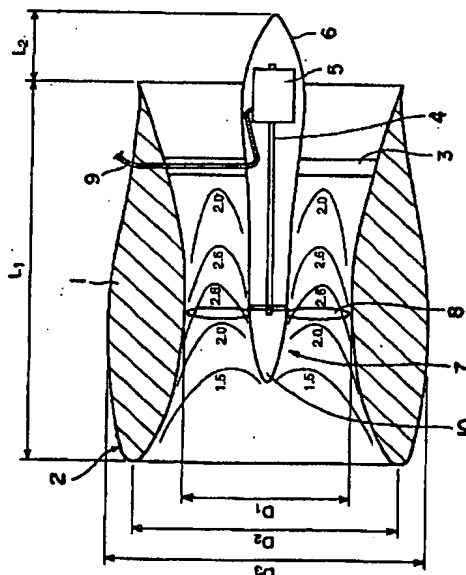
CC22 CC44 CC47 CC75

(54) 【発明の名称】 風力発電装置

(57) 【要約】

【課題】 発電効率の高い風力発電装置を提供すること

【解決手段】 壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト；該ダクトの内壁表面から立設された支柱によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器；そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置であって、該ダクトの中心軸方向の長さが、ダクト前端部での開口径の1.3乃至3.0倍の範囲にあることを特徴とする風力発電装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト；該ダクトの内壁表面から立設された支柱によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器；そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置であって、該ダクトの中心軸方向の長さが、ダクト前端部での開口径の1.3乃至3.0倍の範囲にあることを特徴とする風力発電装置。

【請求項2】 円筒状ダクトの壁体断面の前端部と後端部とを結ぶ直線に対して、外周側縁部と内周側縁部のいずれもが交差することがない請求項1に記載の風力発電装置。

【請求項3】 羽根車の中心軸の前端部が、円錐形状もしくは側面が膨らんだ円錐形状をなしている請求項1もしくは2に記載の風力発電装置。

【請求項4】 回転軸と発電機とを収容する筒状容器が、ダクト後端部よりも、ダクトの中心軸方向の長さの5乃至40%の範囲の長さで突き出している請求項1乃至3のうちのいずれかの項に記載の風力発電装置。

【請求項5】 羽根車が、ダクトの内径が最小になる位置からダクト中心軸に沿って、ダクトの中心軸方向の長さの±25%の範囲に位置するように備えられている請求項1乃至4のうちのいずれかの項に記載の風力発電装置。

【請求項6】 ダクト前端部での開口径が、ダクト後端部での開口径の1.0乃至1.5倍の範囲にある請求項1乃至5のうちのいずれかの項に記載の風力発電装置。

【請求項7】 ダクト前端部での開口径が、ダクトの最小の内径に対して1.5乃至3.0倍の範囲にある請求項1乃至6のうちのいずれかの項に記載の風力発電装置。

【請求項8】 羽根車が、2乃至5枚の羽根を有する請求項1乃至7のうちのいずれかの項に記載の風力発電装置。

【請求項9】 地上に固定された支持台、該支持台によって回転可能に支持されている、垂直方向に延びる支柱、そして該支柱の垂直方向に沿った両側に、前面側開口部が同一方向に向くように対称的に固定された二対以上の数の風力発電装置からなり、該風力発電装置が請求項1乃至8のうちのいずれかの項に記載の風力発電装置である風力発電装置集合体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、風力発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】風力発電装置は、風により羽根車を回転させ、この回転エネルギーを発電機により電気エネルギーに変換して発電する装置である。風力発電装置は、風

をエネルギー源とするために、発電のために特別なエネルギー源（石油燃料や核燃料など）を確保する必要がない、さらに発電により環境汚染物などを生じないなどの大きな利点を有するが、発電効率が低いという欠点を有している。風力発電装置の発電効率を高くするためには、羽根車がより多くの風を受けるように、羽根車の直径を大きくすることが一般的である。発電効率をさらに高くするために、多数の羽根を有する羽根車の周囲に、円筒状のダクトが設けられた風力発電装置（ウインドタービン）が、米国特許4140433号明細書に開示されている。同明細書においては、ダクトの内径を、ダクトの前面側から次第に小さくすることにより、入口から流れ込んだ風をダクト内部で増速させ、増速した風により羽根車を回転させて発電効率を高めることが記載されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、発電効率の高い風力発電装置を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】風力発電装置の発電効率を高くするために、羽根車の直径を大きくすることは有効である。しかし、羽根車の直径を大きくすると、風力発電装置は大型となる。従って、風力発電装置の設置面積を小さくするために、風力発電装置の長手方向（風に沿う方向）の長さは、短くすることが普通である。ダクトを備えた風力発電装置の場合も、ダクトの長さが短い方が設置スペースが小さいので、ダクトの長さを長くすることについては、特に検討がされていなかった。本発明者は、ダクトを備えた風力発電装置において、ダクトの長さをダクトの径よりも長くすることで、風力発電装置の発電効率を極めて高くできることを見出した。

【0005】本発明は、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト；該ダクトの内壁表面から立設された支柱によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器；そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置であって、該ダクトの中心軸方向の長さが、ダクト前端部での開口径の1.3乃至3.0倍の範囲にあることを特徴とする風力発電装置にある。本発明の風力発電装置の好ましい態様は、下記の通りである。

【0006】（1）円筒状ダクトの壁体断面の前端部と後端部とを結ぶ直線に対して、外周側縁部と内周側縁部のいずれもが交差することがない。

（2）羽根車の中心軸の前端部が、円錐形状もしくは側面が膨らんだ円錐形状をなしている。

（3）回転軸と発電機とを収容する筒状容器が、ダクト後端部よりも、ダクトの中心軸方向の長さの5乃至40%の範囲の長さで突き出している。

【0007】（4）羽根車が、ダクトの内径が最小になる位置からダクト中心軸に沿って、ダクトの中心軸方向

の長さの±25%の範囲に位置するように備えられている。

(5) ダクト前端部での開口径が、ダクト後端部での開口径の1.0乃至1.5倍の範囲にある。

(6) ダクト前端部での開口径が、ダクトの最小の内径に対して1.5乃至3.0倍の範囲にある。

(7) 羽根車が、2乃至5枚の羽根を有する。

【0008】本発明はまた、地上に固定された支持台、該支持台によって回転可能に支持されている、垂直方向に延びる支柱、そして該支柱の垂直方向に沿った両側に、前面側開口部が同一方向に向くように対称的に固定された二対以上の数の風力発電装置からなり、該風力発電装置が前述の本発明の風力発電装置である風力発電装置集合体にもある。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の風力発電装置を、添付の図面を用いて説明する。図1は、本発明の風力発電装置の部分断面図である。また図2は、図1に示した風力発電装置の正面図である。図1および図2に示す本発明の風力発電装置は、壁体の断面1が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト2、ダクト2の内壁表面から立設された支柱3によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸4と発電機5とを収容する筒状容器6、そして回転軸4の前端部に接続する羽根車7などからなる。羽根車7は、風を受ける羽根8を2枚有している。そして、発電機5から電気エネルギーを取り出すために、発電機にはリード線9が備えられている。

【0010】一般に、風のエネルギーは、風速の3乗に比例することが知られている。本発明の風力発電装置においては、ダクトの壁体の断面1を前端部から後端部にかけて流線形とすることで、ダクト2の前面側から内部に流れ込んだ風を増速して発電に利用する。このようにダクトの内径を前面側から徐々に小さくして風を増速し、発電効率を高くすることは知られているが、実際には期待されるほど風が増速せず、高い発電効率は得られなかった。本発明者は、ダクトの形状について詳細な検討を行った。その結果、ダクトの中心軸方向の長さ(L₁)を、ダクト前端部での開口径(D₁)に対して長くすることで、風力発電装置の発電効率を高くできることがわかった。

【0011】本発明の風力発電装置においては、ダクト2の中心軸方向の長さ(L₁)が、ダクト前端部での開口径(D₁)の1.3乃至3.0倍の範囲にある。従来の風力発電装置においては、より多くの風を羽根車が受けるように、羽根車の直径を大きくし(羽根車の直径を大きくすると、必然的にダクトの開口径も大きくなる)、そして風力発電装置の設置スペースを小さくするために、ダクトの中心軸方向の長さを短くすることが普通である。従って、従来の風力発電装置の場合は、ダク

トの中心軸方向の長さは、ダクト前端部での開口径の1.0倍程度以下である。

【0012】本発明の風力発電装置のように、ダクトの中心軸方向の長さ(L₁)を長くすることで発電効率が高くなる理由については、幾つか推測することができ。従来から、羽根車の直径を大きくしてより多くの風を受けたり、ダクトの壁体の内周側縁部を流線形として、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風を増速し、この増速した風を羽根車で受けることにより、風力発電装置の発電効率をある程度高くできることは知られている。発電効率を高めるこれらの方法においては、羽根車が受ける風のみが注目されている。即ち、羽根車を通過後の風は、羽根車の回転には用いられないので、発電効率を高める検討において、特に注目されていなかった。

【0013】本発明者は、羽根車を通過後の風の流れと、ダクトの形状との関係について詳細な検討をした。その結果、羽根車を通過後の風の流れが乱れる(渦の発生など)と、風に進行方向以外の速度成分が生じて、ダクト内部の羽根車の後方において風の流れが遅くなることがわかった。羽根車の後方における風の乱れは、様々な場所で生じる。風の乱れの例としては、ダクト、筒状容器、または支柱の後方で生ずる後流、あるいは、ダクト内面、筒状容器表面、支柱表面から風が剥離することにより生じるカルマン渦などが挙げられる。

【0014】ダクト内部の羽根車の後方において風の流れが遅くなると、ダクトの壁体の断面形状が流線形でも、ダクト前面側から内部に流れ込んだ風が十分に増速することができないため、期待されるほどの高い発電効率が得られないことがわかった。本発明のように、ダクトの中心軸方向の長さを、ダクト前端部での開口径に対して長くすることにより、羽根車の後方における風の乱れが生じる位置を、羽根車の設置された位置より十分後方に移すことができる。従って、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風は、羽根車に到達するまでに十分に増速することができ、高い発電効率が高得られると推測される。

【0015】羽根車の後方における風の乱れを防止し、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風を十分増速するために、円筒状ダクト2の壁体の断面1の前端部と後端部とを結ぶ直線に対して、外周側縁部と内周側縁部のいずれも交差しないことが好ましい。また、ダクトの外周面において渦が発生すると、発生した渦がダクトの後方(羽根車の後方)に移動することがある。従って、外周面における渦の発生を防止するため、壁体の断面の外周側縁部も流線形とすることがさらに好ましい。

【0016】なお、壁体断面の内周側縁部の形状を、ダクト前面側から内部に流れ込んだ風を、ダクトの内部で乱れを生じさせずに増速するという目的の範囲内で変形した形状は、本発明という「流線形」に含まれる。そし

て外周側縁部の形状を、渦の発生を防止するという目的の範囲内で変形した形状は、本発明でいう「流線形」に含まれる。このような変形の例として、ダクトの外周側縁部の形状が、ダクトの前端から後端に達するまでの一部において流線形をなしている場合が挙げられる。外周側縁部の形状の一部が流線形であれば、渦の発生をある程度は抑えられる。さらに、外周側縁部の形状について、本発明でいう「流線形」には、特別な場合として、直線（壁体の断面の前端部と後端部とを結ぶ直線に一致する）も含まれる。

【0017】また、回転軸と発電機とを収容する筒状容器が、ダクトの後端部よりも、ダクトの中心軸方向の長さの5乃至40%の範囲の長さで突き出していることが好ましい。ダクトの後端部から筒状容器を突き出すことで、筒状容器の後端から発生する後流（もしくはカルマン渦など）をダクトの外で発生させ、羽根車の後方の風の乱れをさらに防止することができる。また、ダクトの後端と筒状容器の後端とが近い位置に配置されると、それぞれの後端付近から発生する渦が合成されてより大きな渦となり、羽根車の後方の風の流れを悪くするため、筒状容器は、ダクトの中心軸方向の長さの5%以上の長さで突き出すことが好ましく、10%以上の長さで突き出すことがさらに好ましい。

【0018】さらに、ダクト内部において風を増速させるため、ダクト前端部での開口径を、ダクト後端部での開口径よりやや大きくすることも好ましく、ダクト前端部での開口径は、ダクト後端部での開口径の1.0乃至1.5倍の範囲にあることが好ましい。そして、ダクトの壁体の断面形状による風を増速効果を高めるため、ダクト前端部での開口径が、ダクトの最小の内径に対して

1.5乃至3.0倍の範囲にあることが好ましい。【0019】そして、ダクトの壁体の断面形状により増速した風のエネルギーを、効率良く羽根車に伝えるため、羽根車を、ダクトの内径が最小になる位置からダクト中心軸に沿って、ダクトの中心軸方向の長さの±25%の範囲の位置に配置することが好ましく、±15%の範囲の位置に配置することがさらに好ましい。

【0020】一方、羽根車の前方において風の乱れが生じると、羽根車の受ける（羽根車を回転させる）風のエネルギーが小さくなるため、羽根車の中心軸の前端部が、円錐形状もしくは側面が膨らんだ円錐形状をなしている（このような形状をした部分は、一般にコーンと呼ばれている）ことが好ましい。コーンとダクトは、どちらもダクト内部を通る風の流路を狭める働きをするので、羽根車の受ける風の速度をより速くすることができる。

【0021】羽根車には、羽根を2乃至5枚の範囲で設けることが好ましい。羽根車の羽根が1枚であると、羽根が受ける風の量が小さく発電効率が低い。そして、羽根の数が増加するに従い、羽根から発生する渦が多くな

り発電効率が低下し、加えて羽根の回転による騒音も大きくなる。従って、羽根車の羽根の枚数は、実用的には、前記の範囲にあることが好ましい。

【0022】本発明の風力発電装置において、ダクトの壁面の断面形状は、流線形をなしている。このダクト壁面の断面形状としては、航空機分野で詳細に検討されている公知の翼の形状を用いることができる。ダクトの断面形状として好ましい翼の例としては、NACA65, -618 (a=0.5)、NACA64, -618、NACA63, -618、FX61-184、およびFX66-S-196V1が挙げられ、NACA65, -618 (a=0.5)の翼の形状が特に好ましい。

【0023】本発明の風力発電装置は、発電効率が高いため、同じ電気エネルギーを得るためには従来の風力発電装置よりも、装置の寸法を小さくすることができる。このような利点を生かして、車両の屋根、あるいはビルなどの建築物の壁面や屋上などに設置することもできる。

【0024】本発明の風力発電装置を複数もちいて風力発電装置の集合体とすることができる。図3は、本発明の風力発電装置集合体の一例の構成を示す正面図である。図4は、図3に示した風力発電装置集合体の側面図である。本発明の風力発電装置集合体は、地上に固定された支持台12、支持台12によって回転可能に支持されて、垂直方向に延びる支柱13、そして支柱13の垂直方向に沿った両側に、前面側開口部が同一方向に向くように対称的に固定された10対の数の本発明の風力発電装置14からなる。大きな電力エネルギーを得るためには、支柱に固定される風力発電装置は、2対以上の数であればよい。

【0025】本発明の風力発電装置集合体において、全ての風力発電装置の前面側開口部は同一方向に向いている。そして、支持台12に固定された支柱を、風力発電装置の開口部が風に向かうように回転させることで、風の向きに応じて効率良く発電することができる。また、風向計により風の向きを検出して、支柱の回転角度を自動的に設定することも好ましい。

【0026】

【発明の効果】本発明の風力発電装置は、円筒状ダクトの内部に羽根車が配置された構成を有する。本発明においては、ダクトの壁体の断面を流線形とすることにより、ダクトの入口から流れ込んだ風を増速して発電する。そして、ダクトの中心軸方向の長さを、ダクト前端部での開口径の1.3乃至3.0倍として羽根車後方における風の流れを円滑にすることで、ダクト断面形状による風を増速効果を損なわずに、発電効率の高い風力発電装置を得ている。

【0027】

【実施例】[実施例1] 図1に示す本発明の風力発電装置において、ダクトの前面側から内部に流れ込む風が増

速する効果を確認する計算機シミュレーションを実施した。図1に示すように、風力発電装置のダクトの壁体の断面は、前端部から後端部にかけて流線形をなしている。風力発電装置のダクトの中心軸方向の長さ L_1 （5000mm）は、ダクト前端部での開口径 D_1 （3166mm）の約1.6倍とした。また、ダクト前端部での開口径とダクト後端部での開口径とは、互いに等しくした。そして、発電機が収容された筒状容器を、ダクト後端部から1000mm（ L_2 をダクトの中心軸方向の長さ L_1 の20%とした）の長さで突き出して配置した。また、ダクト前端部での開口径 D_1 （3166mm）を、ダクトの最小の内径 D_3 （1800mm）の約1.8倍とした。

【0028】羽根車に羽根を取り付けた状態では、計算機シミュレーションに非常に複雑な計算を要するため、羽根を取り付けない状態（コーンを取り付けた状態）でのシミュレーションを行った。図1に、ダクト前面側の風速を1とした場合のダクト内部の風速の計算結果を記載した。図1に示したダクトの内部において、横に数字が記載された細い線は、風速が等しい場所を意味している。そして、線に添えて記載した数値は、計算した風速値である。

【0029】この計算機シミュレーション結果から、羽根車を、ダクトの内径が最小となる位置（ダクト前面から2250mmの位置）からダクト中心軸に沿って、ダクトの中心軸方向の長さの5%の距離（250mm）前方に位置するように設置した場合、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風は、羽根の先端付近で2.6倍に増速されることがわかる。風のエネルギーは、風速の3乗*

＊に比例し、そして発電の効率は、羽根車を受ける風のエネルギーに比例する。従って、本発明の風力発電装置の発電効率は、ダクトを用いない場合に比べて17倍程度となることが推測される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の風力発電装置の一例の構成を示す部分断面図である。

【図2】図1に示した風力発電装置の正面図である。

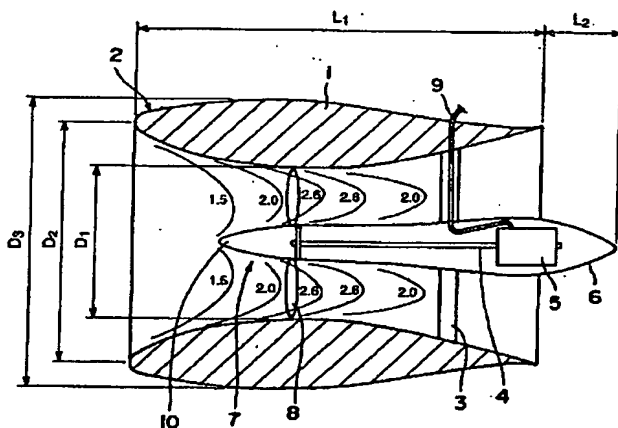
【図3】本発明の風力発電装置集合体の一例の構成を示す正面図である。

【図4】図3に示した風力発電装置集合体の側面図である。

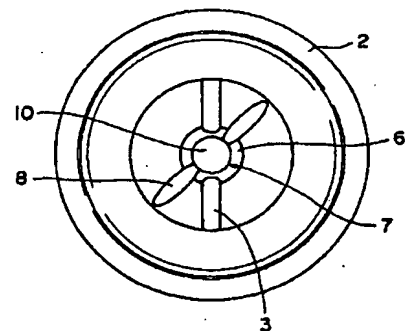
【符号の説明】

- 1 壁体の断面
- 2 ダクト
- 3 支柱
- 4 回転軸
- 5 発電機
- 6 筒状容器
- 7 羽根車
- 8 羽根
- 9 リード線
- 10 コーン
- 11 地面
- 12 支持台
- 13 支柱
- 14 風力発電装置
- 15 支持部材
- 16 避雷針

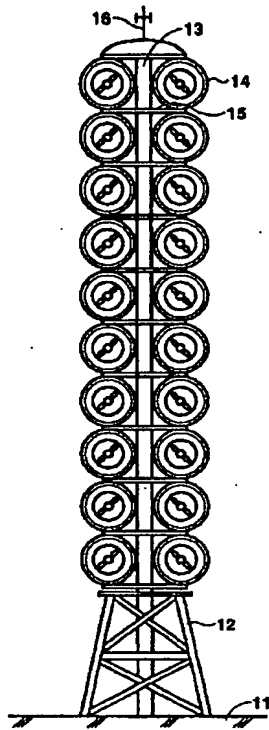
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

